

Zur Taxonomie der Amurkatze (*Felis bengalensis euphilura*)

Von A. SCHREIBER, W. PUSCHMANN and H. TICHY

Zoologisches Institut der Universität Heidelberg, Deutschland,
und Zoologischer Garten Magdeburg, Deutschland

Eingang des Ms. 31. 3. 1992
Annahme des Ms. 15. 7. 1992

Abstract

On the taxonomy of Amur cat (Felis bengalensis euphilura)

Nei's standard genetic distance between Amur cat (*Felis [bengalensis] euphilura*) and a tropical leopard cat (*Felis bengalensis* ssp.) amounted to 0.018, with glutamate-pyruvate-transaminase being the only observed differential marker among 29 electrophoretic loci. However, this enzyme is variable in wild cat (*Felis s. silvestris*), rendering its taxonomic use doubtful. Amur cat and tropical leopard cat both have a chromosomal complement of 38 chromosomes, including 34 (sub)metacentrics and four acrocentrics. Their standard genetic distance to pure-bred European wild cat measured 0.644.

Einleitung

Die Amurkatze aus dem sibirisch-mandschurischen Grenzgebiet gehört zur *Prionailurus*-Gruppe der Kleinkatzen und zeichnet sich vor ihren Nächstverwandten, den südlich anschließenden eigentlichen Bengalkatzen (*Felis bengalensis*), durch morphologische Eigenständigkeit aus (ELLIOT 1871; DOBRORUKA 1971; HEPTNER 1971; HEPTNER und SLUDSKIJ 1980). Seit ihrer Beschreibung als *Felis euphilura* (Elliot, 1871) wird ihre Systematik unterschiedlich interpretiert. In zahlreichen Faunenwerken als große nördliche Unterart der Bengalkatze (*Felis bengalensis euphilura*) angesehen, weisen HEPTNER (1971) und HEPTNER und SLUDSKIJ (1980) nach ausführlichen Vergleichen von Schädel- und Färbungsmerkmalen darauf hin, daß *Felis euphilura* als eigenständige Art eine phylogenetisch ursprüngliche Position einnehme, die zwischen Bengal- und Fischkatze (*Felis viverrina*) vermittele. Er stellt sie an den Ursprung seiner Formenreihe europäisch-nordasiatischer Kleinkatzen und vermutet die Kontaktzone zwischen *Felis euphilura* und *Felis bengalensis* im festländischen China. Auch ПОЦОК (1939) gibt an, die Bengalkatzengruppe habe sich aus einem nördlichen Stammareal ausgebreitet. Die Amurkatze ist die größte Form der Bengalkatzengruppe. Die Gesamtlänge des Schädels adulter Kater beträgt 101,7–115,3 mm (HEPTNER und SLUDSKIJ 1980), gegenüber 89–102 mm bei indischen (ПОЦОК 1939), und 80–90,5 mm bei javanischen Bengalkatzen (SODY 1949). Der Schwanz erreicht bei Amurkatzen nur ein Drittel der Körperlänge, gegenüber der halben Körperlänge bei benachbarten chinesischen Bengalkatzen (DOBRORUKA 1971).

Gelegentlich werden außergewöhnlich große Amurkatzen mit einer Körperlänge von 107 cm und einer Schwanzlänge von 44 cm beobachtet (durchschnittliche Körperlänge von Männchen: 60–85 cm). Manche Felle erreichen Luchsgröße. Solche Riesenformen werden als Mischlinge mit streunenden Hauskatzen gedeutet, mit welcher uneingeschränkte Kreuzbarkeit angegeben wird (HEPTNER und SLUDSKIJ 1980). STROGANOV (1969) hebt den phänotypischen Polymorphismus der Art hervor, aufgrund dessen man zunächst fälschlich zwei Spezies im Amurgebiet unterschied. Rund 20 synonyme taxonomische Artnamen zur Bengalkatze deuten deren Formenvielfalt an (STROGANOV 1969). DOBRORUKA (1971) beschrieb eine Serie von 320 koreanischen Amurkatzenfellen und beobachtete Musterunterschiede zu chinesischen Bengalkatzen sowie individuelle Färbungsvarianten.

Die Bereitstellung von Blutproben durch den Zoologischen Garten Magdeburg ermöglichte einige genetische Vergleiche der Amurkatze mit der tropischen Bengalkatze sowie mit Waldwildkatzen.

Material und Methoden

Beide untersuchte Amurkater stammen von Wildfängen aus dem Amurgebiet ab, die über Rostov/Don (Rußland) nach Magdeburg importiert worden waren. Ein Kater der Bengalkatze ist tropischer Herkunft, aber subspezifisch nicht eindeutig zu bestimmen. Die beiden männlichen Waldwildkatzen (*Felis s. silvestris*) entstammen der Population des Unterharzes. Zu Vergleichszwecken wurden vom Howlett Zoo (Bekesbourne, England) Serumproben vom Schneeleoparden (*Panthera uncia*), Geparden (*Acinonyx jubatus*) und von der Steppenkatze (*Felis silvestris ornata*) zur Verfügung gestellt. Chromosomendarstellung und elektrophoretische Techniken wurden andernorts geschildert (SCHREIBER 1991; SCHREIBER et al. 1992). Die Tabelle stellt die untersuchten Proteine sowie die verwendeten Elektrophoresepuffer zusammen. Liegen zwei Isoenzyme in einem System vor, werden diese vom anodischen Pol ausgehend nummeriert. Molekulargewichtsbestimmungen denaturierter Serumpeptide erfolgten mit SDS-Polyacrylamid-Elektrophorese.

Ergebnisse

Die Karyotypen der männlichen Amurkatze und eines tropischen Bengalkaters sind nach Giemsa-Färbung nicht zu unterscheiden. Sie umfassen jeweils 38 Chromosomen (NF = 74), darunter 34 (sub)metazentrische und zwei akrozentrische Autosomen und stimmen mit den Chromosomenbildern zweier früher untersuchter Bengalkatzen unbekannter Herkunft überein (WURSTER-HILL und GRAY 1973). Das Y-Chromosom ist das kleinste Chromosom. Das Komplement der Haus- und Waldwildkatze (38 Chromosomen, NF = 72) unterscheidet sich bei ansonsten weitgehender Ähnlichkeit dadurch, daß zwei akrozentrische Autosomenpaare vorliegen.

Von 29 untersuchten Proteinen war nur ein elektrophoretisch charakterisierter Allozym-Locus, die Glutamat-Pyruvat-Transaminase (*GPT*), zwischen Amurkatze (*GPT bb*) und tropischer Bengalkatze (*GPT aa*) verschieden, indem letztere ein weiter anodenwärts bandendes Zymogramm aufwies. Damit ergibt sich formal eine Neische Standard-Distanz (HILLIS und MORITZ 1991) von 0,018. Jedoch war *GPT* bei den beiden Waldwildkatzen variabel, indem ein Tier das anodische Muster wie bei der Bengalkatze (vermutlich homozygot *GPT aa*) aufwies, während das andere heterozygot für beide Allele war (*GPT ab*). Wenn auch *Prionailurus* *GPT*-Varianten aufweist, ist es möglich, daß die angegebene Allozym-Distanz durch ungleiche Fixierung eines Polymorphismus in den minimalen Stichproben zustande kam. Die Nei-Distanz für kleine Stichproben (HILLIS und MORITZ 1991) muß denn auch auf 0,00 korrigiert werden. Im Vergleich zu dieser sehr geringen Distanz ist die Waldwildkatze von beiden *Prionailurus*-Formen deutlich differenziert: die Standard-Distanz beträgt 0,644. Nur acht Proteine ließen sich nicht elektrophoretisch unterscheiden: *ACP*, *MDH*, *AK*, *6-PGD*, *Gd*, *ICD*, *GLUDH* und *Albumin*. Bei *Hb α* und *HB β* , *ADA*, *CA-2*, *SOD*, *ES* (gefärbt mit α -Naphthylacetat), *LDH-A*, *NP*, *GLO*, *PGM-1*, *E* (Plasma), *Postalbumin-1*, *Postalbumin-2* und *Transferrin* wanderten die Allele von *Prionailurus* weiter anodenwärts, während bei *CA-1*, *ES* (gefärbt mit 4-Methyl-umbelliferylacetat), *LDH-B*, *GPI*, *PGM-2* und α -1-Antitrypsin die Bandenmuster der Waldwildkatze erhöhte anodische Mobilität aufwiesen.

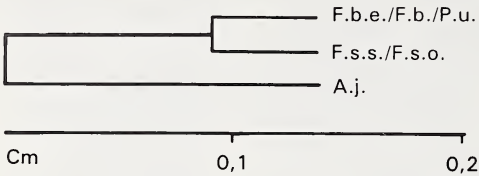
Die Molekulargewichte von 22 Serumproteinen zwischen 15 000 Da und 116 000 Da stimmten bei Amur- und tropischer Bengalkatze ausnahmslos überein, ebenso zwischen Waldwildkatze und Hauskatze. Der Besitz zweier Peptide von 38 500 Da und 100 000 Da unterschied beide *Prionailurus*-Formen von der Waldwildkatze, wo sie durch Proteine anderer Molekülmasse ersetzt waren (wobei die genaue Homologie offen bleibt). Zur Einordnung dieser Beobachtung wurden die Molekulargewichte der Serumproteine mit

Elektrophoresebedingungen

Wenn nicht anders vermerkt, wurde verdünnter Brückenpuffer als Gelpuffer verwendet. Die Trennungen erfolgten in 1 mm dünnen Agarosegelen oder durch isoelektrische Fokussierung (IEF) in 300 µm dünnen Polyacrylamidgelen

Protein	Locuszahl	Elektrophoresepuffer
Erythrocytenproteine		
Lactat-Dehydrogenase (<i>LDH</i>)	2	200 mM Natriumphosphat pH 7,0
Malat-Dehydrogenase (<i>MDH</i>)	1	40 mM Citrat pH 6,1
6-Phosphogluconat-Dehydrogenase (<i>PGD</i>)	1	100 mM Natriumphosphat pH 7,0
Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (<i>Gd</i>)	1	100 mM Natriumphosphat pH 7,0
Adenylatkinase (<i>AK</i>)	1	410 mM Citrat pH 7,0 (Geli: 5 mM His-HCl pH 7,0)
Adenosindesaminase (<i>ADA</i>)	1	100 mM Na-Phosphat pH 6,5
Isocitrat-Dehydrogenase (<i>ICD</i>)	1	250 mM NaH ₂ PO ₄ /150 mM Citrat pH 5,9
Nucleosidphosphorylase (<i>NP</i>)	1	40 mM LiOH/440 mM Borat pH 7,2
Phosphoglucomutase (<i>PGM</i>)	2	IEF Servalyt pH 5-7
Glutamat-Pyruvat-Transaminase (<i>GPT</i>)	1	200 mM Tris/200 mM Maleat/100 mM EDTA/ 200 mM MgCl ₂ /225 mM NaOH pH 7,2
Saure Phosphatase (<i>ACP</i>)	1	20 mM NaH ₂ PO ₄ /15 mM Na-Citrat/1 mM EDTA pH 5,8
Superoxid-Dismutase (<i>SOD</i>)	1	IEF Servalyt pH 5-7
Carboanhydrase (<i>CA</i>)	2	65 mM Tris/35 mM Borat / 2 mM EDTA pH 8,6
Erythrocytenesterasen (<i>ES</i>)	2	100 mM Tris/100 mM Maleat pH 7,2
Glyoxalase (<i>GLO</i>)	1	200 mM Tris/His-HCl pH 7,8
Glucosephosphat-Isomerase (<i>GPI</i>)	1	60 mM LiOH/300 mM Borat pH 8,1 (Geli: 30 mM Tris/5 mM Citrat pH 8,5)
Hämoglobin (<i>Hb</i>)	2	IEF Servalyt pH 7-8
Plasmaproteine		
Pseudocholesterase (<i>E</i>)	1	300 mM Borat pH 8,0 (Geli: 76 mM Tris/ 7 mM Citrat pH 8,6)
Glutamat-Dehydrogenase (<i>GLUDH</i>)	1	135 mM Tris/Citrat pH 7,0
Transferrin	1	IEF Servalyt pH 4-6
Postalbumine	2	Tris/Borat pH 8,6
Albumin	1	IEF Servalyt pH 4-6
α-1-Antitrypsin	1	IEF Servalyt pH 4-6

denen weiterer Feliden verglichen und die Musterähnlichkeit in einem UPGMA-Phänogramm dargestellt (Abb. 1). Die 100-kDa- und 38,5-kDa-Marker, deren Besitz die Seren von *Prionailurus* von jenen der Waldwildkatze/Hauskatze unterscheiden, fanden sich in identischer Weise beim Schneeleoparden, nur das 100-kDa-Peptid ebenfalls beim Geparden, welcher auch im hochmolekularen Bereich das abweichendste Peptidmuster aufwies. Die Molekulargewichte der Serumproteine stimmten zwischen Waldwildkatze und der nahe verwandten Steppenkatze ausnahmslos überein, aber auch zwischen *Prionailurus* und dem Schneeleoparden. Das zeigt, daß die genetische Differenzierung auch von unbestrittenen Katzenspecies nicht ausgeprägt genug ist, um die Molekulargewichte ihrer Plasma-proteine wesentlich zu berühren.



UPGMA-Phänogramm der Molekulargewichtsdivergenz von 22 Serumproteinen (15 000–116 000 Da), ermittelt mit SDS-Polyacrylamid-Elektrophorese in 10 %igen Laemmli-Gelen. Die relativen Distanzen beruhen auf Czekanowski-Distanzen (Cm) des gemeinsamen Besitzes bzw. der übereinstimmenden Abwesenheit von Peptiden

identischer Molekülmasse. Das Schaubild beruht auf sehr wenigen differenzierenden Merkmalen (siehe Text). *F.b.e./F.b./P.u.* = Amur/Bengalkatze/Schneeleopard, *F.s.s./F.s.o.* Waldwild-/Steppenkatze, *A.c.* = Gepard

Die nativen Elektrophoresemuster ließen bei den einbezogenen drei Individuen von *Prionailurus* in keinem Fall auf biochemischen Polymorphismus schließen, dagegen zeigten bei der Waldwildkatze vom Unterharz *GPT*, *PGM-2*, Transferrin und vielleicht eine Erythrocytenesterase (α -Naphthylacetat) je zwei Varianten, welche als heterozygote Muster interpretiert werden können.

Diskussion

Aufgrund der phylogenetischen Konservierung der Chromosomenbilder bei Feliden (WURSTER-HILL und CENTERWALL 1982) ist die Übereinstimmung der Karyotypen von Amur- und Bengalkatze kein ausschlaggebendes Argument für deren artlichen oder unterartlichen Status. Das Taxonpaar Amurkatze/Bengalkatze stellt ein Beispiel für recht deutliche morphologische Differenzierung bei geringer genetischer Divergenz dar. Letztere ist so schwach ausgeprägt, daß sie nur mit erheblich größeren Stichproben als gegenwärtig in Europa verfügbar mit letzter Sicherheit quantifiziert werden kann. Bei zahlreichen Säugetieren würde eine Standard-Distanz von 0,018 noch nicht einmal unterartliche Sonderung anzeigen. Daher halten wir es für unwahrscheinlich, daß die Amurkatze eine eigenständige Art darstellt. P. LEYHAUSEN (in litt. 1992) kommt nach dem Vergleich von Schädeln zum gleichen Befund. Allerdings bleibt eine endgültige taxonomische Wertung Arbeiten zum Verhalten der *Prionailurus*-Formen vorbehalten, um zu erkennen, ob im noch näher zu beschreibenden chinesischen Kontaktgebiet die Fortpflanzung zwischen beiden Formen trotz geringer genetischer Differenzierung eingeschränkt ist, z. B. durch Unterschiede in der Lebensweise. Das Vorkommen von Hybriden mit verwilderten Hauskatzen (HEPTNER und SLUDSKIJ 1980) schwächt diesen Einwand ab. Die morphologische Affinität, die HEPTNER und SLUDSKIJ (1980) zwischen Amurkatze und *Felis silvestris* erkennen, beruht auf Konvergenz oder gemeinsamer Retention ursprünglicher Merkmale, keinesfalls aber darauf, daß die Amurkatze eine verwandtschaftlich zwischen Bengalkatze und Waldwildkatze vermittelnde Position einnimmt.

Innerartliche Größenunterschiede und synökologische oder bioklimatische Regelmäßigkeiten in der Formenmannigfaltigkeit von Landraubtieren haben das Interesse zahlrei-

cher Zoologen gefunden (GITTLEMAN 1985), aber nur bei sehr wenigen Beispielen für die Bergmannsche oder Allensche Klimaregeln kann man die Abwandlung des äußeren Erscheinungsbildes mit Daten zur biochemischen Differenzierung korrelieren. Bei Tigern (*Panthera tigris*) liegen Daten in einem vergleichbaren Fall vor: GOEBEL und WHITMORE (1987) ermittelten elektrophoretisch eine Standard-Distanz von 0,0098 zwischen zoolebenden Amur- und tropischen Tigern. O'BRIAN et al. (1987) beschreiben Neis Standard-Distanzen zwischen zoolebenden Amurtigern und Sumatratigern mit 0,003, und zwischen Amur- und Bengaltigern mit 0,007. Beide Distanzwerte schrumpfen auf 0,00, wenn die geringen Stichprobengrößen Berücksichtigung finden.

Zusammenfassung

Das Chromosomenkomplement der Amurkatze besteht aus 38 Chromosomen (NF = 74) und stimmt mit dem der tropischen Bengalkatze überein. Die elektrophoretische Standard-Distanz (nach Nei) zwischen der morphologisch recht verschiedenen Amur- und tropischen Bengalkatze auf der Basis von 29 Proteinloci beträgt 0,018, erweist sich aber nach Berücksichtigung von Stichproben-Effekten als nicht signifikant. Der einzige Allozymunterschied betrifft die Glutamat-Pyruvat-Transaminase, die bei der Waldwildkatze polymorph war. Die Standard-Distanz der beiden *Prionailurus*-Formen zur Waldwildkatze fällt mit 0,644 relativ deutlich aus.

Literatur

- DOBROUKA, L. J. (1971): Individual variation of the Amur leopard cat, *Prionailurus bengalensis euptilurus* (Elliot, 1871) from Korea. Vestn. Cesk. Spolecnoi Zool. 35, 9–10.
- ELLIOT, D. G. (1871): Remarks on various species of Felidae, with a description of a species from North-Western Siberia. Proc. Zool. Soc. (Lond.), 758–761.
- GITTLEMAN, J. L. (1985): Carnivore body size: ecological and taxonomic correlates. Oecologia (Berlin), 540–554.
- GOEBEL, A. M.; WHITMORE, D. H. (1987): Use of electrophoretic data in the reevaluation of tiger systematics. In: Tigers of the world. Ed. by R. L. TILSON, U. S. SEAL. Park Ridge (New Jersey): Noyes Publications. S. 10–27.
- HEPTNER, V. G. (1971): [Über die systematische Stellung der Amurwildkatze und einiger anderer ostasiatischer Katzen, die *Felis bengalensis* Kerr, 1792 zugeordnet werden.] Zool. Zurn. 50, 1720–1727 (russ., engl. Zus.).
- HEPTNER, V. G.; SLUDSKIJ, A. A. (1980): Die Säugetiere der Sowjetunion. Band III: Raubtiere (Feloidea). Jena: Gustav Fischer.
- HILLIS, D. M.; MORITZ, C. (1990): Molecular systematics. Sunderland (Mass.): Sinauer Ass.
- O'BRIEN, S. J.; COLLIER, G.; BENVENISTE, R.; NASH, W.; NEWMAN, A.; SIMONSON, J.; EICHELBERGER, M.; SEAL, U.; JANSSEN, D.; BUSH, M.; WILDT, D. (1987): Setting the molecular clock in Felidae: The great cats, *Panthera*. In: Tigers of the world. Ed. by R. L. TILSON, U. S. SEAL. Park Ridge (New Jersey): Noyes Publications. S. 10–27.
- POCOCK, R. I. (1939): The fauna of British India, including Ceylon and Burma. Mammalia, Vol. 1. London: Taylor and Francis.
- SCHREIBER, A. (1991): Molekulare Individualität und Naturschutz. Populationsgenetische Beiträge zur Erhaltung bedrohter Arten. Diss., Univ. Heidelberg.
- SCHREIBER, A.; NÖTZOLD, G.; HELD, M. (1993): Molecular and chromosomal evolution in anoaes (Bovidae: *Bubalus* spec.). Z. zool. Syst. Evolut.-forsch. 31 (im Druck).
- SODY, H. J. V. (1949): Notes on some Primates, Carnivora, and the babirusa from the Indo-Malayan and Indo-Australian regions, with descriptions of 10 new species and subspecies. Treubia 20, 121–190.
- STROGANOV, S. U. (1969): Carnivorous mammals of Siberia. Jerusalem: Israel Prog. Scient. Trans.
- WURSTER-HILL, D. H.; CENTERWALL, W. R. (1982): The interrelationships of chromosome banding patterns in canids, mustelids, hyena, and felids. Cytogenet. Cell Genet. 34, 178–192.
- WURSTER-HILL, D. H.; GRAY, C. W. (1973): Giemsa banding patterns in the chromosomes of twelve species of cats (Felidae). Cytogenet. Cell. Genet. 12, 377–397.

Anschriften der Verfasser: Dr. ARND SCHREIBER, Zoologisches Institut der Universität, Im Neuenheimer Feld 230, W-6900 Heidelberg; Dipl.-Biol. WOLFGANG PUSCHMANN, Zoologischer Garten Magdeburg, Am Vogelgesang, O-3017 Magdeburg; Dr. HERBERT TICHY, Max-Planck-Institut für Biologie, Spemannstraße 34, W-7400 Tübingen, Deutschland